

**Barbara STACHOWIAK, Zbigniew CZARNECKI**

Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego

**Krystyna TROJANOWSKA**

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności

**Krzysztof GULEWICZ**

Polska Akademia Nauk, Instytut Chemii Bioorganicznej, Poznań

## POSSIBILITIES OF COMPOSTS USING IN BIOLOGICAL PLANT PROTECTION

### Summary

*This paper presents the mechanisms influencing biological activity of composts and practical possibility of using composts in plant protection. The essential attention was paid to composts prepared from bitter lupine straw and lupine extract characterized by strong fungistatic activity against plant pathogenic fungi. Employing antifungal properties of these composts could be a potential alternative for the use of chemical pesticides, which have harmful influence on natural environment.*

## KOMPOSTY I MOŻLIWOŚĆ ICH WYKORZYSTANIA W BIOLOGICZNEJ OCHRONIE ROŚLIN

### Streszczenie

*W artykule przedstawiono mechanizmy odpowiedzialne za biologiczną aktywność kompostów oraz praktyczną możliwość ich wykorzystania w ochronie roślin. Szczególną uwagę zwrócono na komposty przygotowywane ze słomy łubinów gorzkich i ekstraktów łubinowych, które charakteryzują się silnym oddziaływaniem fungistatycznym w stosunku do grzybowych fitopatogenów. Ich zastosowanie w ochronie roślin może stanowić potencjalną alternatywę dla pestycydów, które mają szkodliwy wpływ na środowisko naturalne.*

### 1. Wstęp

W trosce o środowisko naturalne i zdrowie człowieka duży nacisk kładzie się na ograniczenie stosowania w rolnictwie nawozów mineralnych oraz chemicznych środków ochrony roślin. Większość fungicydów tradycyjnie stosowanych w zwalczaniu chorób roślinnych jest nadużywana w praktyce. Tego rodzaju sytuacja doprowadziła do nagromadzenia się szkodliwych substancji tak w samym środowisku naturalnym, jak i w organizmach żywych. Na obecnym etapie rozwoju gospodarki rolnej rezygnacja ze środków chemicznych, choćby w części, nie jest możliwa. Jednakże wprowadzenie na szerszą skalę metod biologicznych, może ograniczyć stosowanie związków chemicznych w rolnictwie.

Biologiczna kontrola oferuje znaczne korzyści i można ją określić jako przyjazną dla środowiska. Jest ona oparta na interakcjach między mikroorganizmami a organizmami wyższymi. Metody biologiczne są wysoce selektywne i nie stanowią zagrożenia dla rośliny oraz rodzimej mikroflory. Ponadto nie obserwuje się rozwoju oporności roślin na biopreparaty. Zastosowanie metod biologicznych w ochronie roślin jest jednak niedostateczne. Ocenia się, że opracowano je tylko w stosunku do 1 % agrofagów, przy czym większość stosowanych metod dotyczy upraw pod osłonami, gdzie istnieje możliwość kontrolowania i regulacji warunków otoczenia tj. temperatury, wilgotności, składu i dezynfekcji gleby [21].

Kierunkiem budzącym duże zainteresowanie jest możliwość wykorzystania kompostów w biologicznej ochronie roślin. Prowadzone w różnych częściach świata badania wskazują, że niektóre rodzaje kompostów skutecznie hamują rozwój chorób roślin i mogą być wykorzystywane w kontroli fitopatogenów (tab. 1).

### 2. Mechanizmy odpowiedzialne za biologiczną aktywność kompostów

#### 2.1. Antagonizm drobnoustrojów

Biologiczna aktywność kompostów jest związana z pewnymi grupami saprofitycznych mikroorganizmów zasiedlających komposty, często zwanych pożytecznymi, antagonistycznymi lub czynnikami biokontroli, które hamują lub całkowicie uniemożliwiają rozwój patogena, a tym samym rozwój choroby rośliny. Oddziaływanie tych mikroorganizmów jest oparte na czterech podstawowych mechanizmach biologicznej kontroli: współzawodnictwie, antybiozie, pasożytnictwie/drapieżnictwie oraz indukcji oporności systemicznej w roślinie [3]. Uważa się, że współzawodnictwo o źródło pokarmu, energii, obecność tlenu, jony metali, witaminy lub pierwiastki śladowe jest pierwszym etapem mechanizmu biologicznej kontroli i towarzyszy większości interakcji pomiędzy pożytecznymi mikroorganizmami a patogenami [22]. Do drobnoustrojów najczęściej izolowanych z kompostów zaliczamy: *Bacillus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Flavobacterium balustinum*, *Pseudomonas spp.*, *Streptomyces spp.*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.*, *Gliocladium viriens*. Większość tych drobnoustrojów identyfikowana jest jako czynniki biokontroli [2, 9, 10, 19]. Wykazano, że komposty poddane sterylizacji przez autoklawowanie lub działanie promieni jonizujących nie wykazywały żadnego lub tylko niewielkie oddziaływanie fungistatyczne [4, 15, 25].

Komposty mogą hamować rozwój patogenów roślinnych na zasadzie tzw. supresji podstawowej i supresji specyficznej. Supresja podstawowa oznacza, że niektóre patogeny roślinne na przykład gatunki grzybów z rodzajów *Phytophthora spp.* i *Pythium spp.* są zawsze hamowane przez komposty, ponieważ wiele rodzajów mikroorganizmów rozwijających się w kom-

Tab. 1. Biologiczne oddziaływanie kompostów na fitopatogeny – przykłady  
 Table 1. Biological activity of composts against phytopathogenes – examples

Rodzaj kompostowanego materiału <i>The type of composting material</i>	Kontrolowany patogen <i>Controlled pathogene</i>	Literatura <i>Literature</i>
osad browarniczy / <i>brewery sludge</i>	<i>Pythium graminicola</i>	[4]
kora jodły / <i>fir bark</i>	<i>Phytophthora cinamoni</i> <i>Phytophthora fragariae</i> <i>Pythium spp.</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	[18]
osad ściekowy / <i>sewage sludge</i> komercyjny kompost z kory / <i>commercial bark compost</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Pythium ultimum</i> <i>Verticillium dahliae</i> <i>Pyricularia oryzae</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	[20]
mieszanka: słoma łubinów gorzkich, ekstrakt łubinowy, słoma gorzycy białej / <i>mixture of bitter lupine straw, lupine extract, white mustard straw</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Fusarium poae</i> <i>Fusarium culmorum</i> <i>Fusarium roseum</i> <i>Trichothecium roseum</i> <i>Trichoderma viride</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	[8]
mieszanka pojemnikowa (torfowo-perlitowa) wzbogacona 20% dodatkiem kompostu z odpadów warzywno-owocowych / <i>potting mixture of peat and perlite enriched with 20% addition of vegetable-fruit waste</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	[26]
obornik koński, obornik bydłocy, melasa, gips / <i>horse and cattle manure, molasses, calcium carbonate</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	[27]
mieszanka: odpady warzywne, komunalne, przemysłu mięsnego, osad ściekowy / <i>mixture of vegetable waste, municipal waste, meat industry waste, sewage sludge</i>	<i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici race 1</i>	[3]

Tab. 2. Wpływ składu kompostu na zahamowanie wzrostu wybranych grzybowych fitopatogenów - 8 tydzień kompostowania - wynik wyrażono jako promień strefy zahamowania wzrostu grzyba na płytce [mm]

Table 2. Effect of compost composition on growth inhibition of fungi phytopathogenes – 8 week of composting - the result is expressed as a radius of growth inhibition fungi zone [mm]

Kompost Compost	Patogen Pathogene	<i>Trichothecium roseum</i>	<i>Phoma exigua</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium sambucinum</i>
słoma odm. Bar – kontrola <i>straw cv. Bar - control</i>		15	23	25	24
słoma odm. Bar + 2,5% dodatek ekstraktu <i>straw cv. Bar + 2,5% addition of extract</i>		35	35	17	19
słoma odm. Bar + 5% dodatek ekstraktu <i>straw cv. Bar + 5% addition of extract</i>		35	35	35	35
słoma odm. Bar + 10% dodatek ekstraktu <i>straw cv. Bar + 10% addition of extract</i>		0	0	0	2
słoma odm. Mirela + 5% dodatek ekstraktu <i>straw cv. Mirela + 5% addition of extract</i>		0	0	8	8

postach może pełnić funkcję czynników biokontroli w stosunku do tych pleśni. Supresja specyficzna dotyczy na przykład mechanizmu zwalczania *Rhizoctonia solani* i wymaga współpracy różnych grup mikroorganizmów na przykład pasożytniczych grzybów *Trichoderma spp.* i mykoliptycznych szczepów bakteryjnych [11].

## 2.2. Indukcja oporności systemicznej w roślinie pod wpływem składu chemicznego kompostów

Rodzaj kompostu wchodzącego w skład podłoża wzrostowego rośliny może wpływać na wyzwolenie pewnych mechanizmów obronnych bezpośrednio w samej roślinie. Kim i in. [13] oceniali wpływ różnych kompostów na za-

hamowanie rozwoju zgnilizny korzenia i wierzchołka papryki powodowanej przez *Phytophthora capsici*. Największą redukcję natężenia choroby uzyskali wprowadzając do podłoża komposty zawierające chitozan i pancerzyki krabów będące źródłem chityny. Autorzy sugerują, że obecność chityny w podłożu wyzwała w roślinie reakcję obronną polegającą na produkcji i akumulacji szeregu enzymów (oksydazy, peroksydazy, glukanazy, chitynazy) biorących udział w lizie komórek patogena, czyli wpływa na indukcję oporności systemicznej w roślinie. Zatem w omawianym przypadku redukcja choroby nie jest wynikiem działania mikroflory kompostowej, lecz antymikrobiologiczną aktywnością rośliny wspomaganej przez skład chemiczny podłoża wzrostowego.

### 2.3. Selekcja mikroflory kompostowej pod wpływem warunków środowiskowych - przykłady

#### 2.3.1. Stosunek C/N

Ważnym czynnikiem wpływającym na biologiczne oddziaływanie kompostów jest skład chemiczny kompostowanej masy, ponieważ odpowiednie warunki środowiskowe mają ogromne znaczenie dla selekcji i rozwoju pożytecznych mikroorganizmów odpowiedzialnych za antagonizujące oddziaływanie kompostów [9, 10, 24]. Wykazano, że komposty przygotowane z materiałów o wysokim stosunku C/N np. kora drzew wiążą azot i hamują rozwój chorób fuzaryjnych, jeżeli zostaną zasiedlone przez właściwą mikroflorę. Z drugiej strony materiał o niskim stosunku C/N jakim jest na przykład miejski osad ściekowy uwalnia amoniak i sprzyja natężeniu chorób wywoływanych przez *Fusarium spp.* [3].

#### 2.3.2. Obecność substancji biologicznie aktywnych

W prowadzonych przez nas badaniach nad intensyfikacją aktywności fungistatycznej kompostów łubinowych oceniano wpływ dodatku ekstraktu łubinowego na hamowanie wzrostu grzybów wskaźnikowych w hodowlach płytkowych. Ekstrakt łubinowy jest pozyskiwany jako produkt uboczny w procesie odgoryczania nasion łubinu gorzkiego na cele paszowe. Stanowi on źródło alkaloidów chinolizydynowych, którym przypisuje się rolę "naturalnej broni chemicznej", jaką dysponuje roślina przeciwko drobnoustrojom chorobotwórczym - wirusom, bakteriom i grzybom, fitofagom, a także konkurencyjnym gatunkom roślin [28, 6]. Opierając się na tych przesłankach komposty przygotowane ze słomy łubinowej odmiany Bar wzbogacono 2,5%, 5% i 10% dodatkiem ekstraktu łubinowego. Kompost kontrolny nie zawierał ekstraktu. Na podstawie uzyskanych wyników (tabela 2) stwierdzono, że kompost wzbogacony 5% dodatkiem ekstraktu łubinowego odznaczał się najwyższą aktywnością fungistatyczną w stosunku do testowanych grzybowych patogenów roślin. Dodatek 2,5% ekstraktu do słomy łubinowej również intensyfikował fungistatyczne oddziaływanie kompostu w stosunku do niektórych pleśni w porównaniu z kompostem kontrolnym. Natomiast kompost wzbogacony 10% dodatkiem ekstraktu wykazywał bardzo niewielkie oddziaływanie na wybrane patogeny grzybowe. Niska aktywność tego kompostu związana była z obecnością alkaloidów. Związki te z reguły postrzegane są jako naturalne pestycydy, które stanowią alternatywę dla pestycydów syntetycznych i produktów ich degradacji. Wykazano na przykład, że lupinina wykazuje silną aktyw-

ność antagonistyczną w stosunku do bakterii, a gramina jest skuteczna w zwalczaniu grzybów [17]. Jednak wyniki przeprowadzonego doświadczenia wskazują, że w zbyt wysokich stężeniach alkaloidy mogą wpłynąć na naturalną selekcję mikroorganizmów w kompostach poprzez zahamowanie rozwoju mikroflory o potencjalnych właściwościach antagonistycznych i stymulację wzrostu mikroflory patogennej. Spostrzeżenie to potwierdziły kolejne doświadczenia, w których ocenie aktywności fungistatycznej poddano komposty przygotowane ze słomy łubinowej odmiany Mirela wzbogacone 5% dodatkiem ekstraktu łubinowego (zawartość alkaloidów w s.s słomy odm. Mirela jest dwukrotnie wyższa niż w s.s. słomy odm. Bar). Komposty te charakteryzowały się bardzo niską aktywnością fungistatyczną.

#### 2.3.3. Stopień dojrzałości kompostu

Na biologiczną aktywność kompostów ma wpływ również stopień ich dojrzałości i związany z tym stopień rozkładu materii organicznej. Stwierdzono, że świeża, nierozłożona masa organiczna jest bogatym źródłem łatwo przyswajalnych składników odżywczych, stąd też w początkowej fazie kompostowania mechanizmy biokontroli nie zostają uruchomione ponieważ zarówno patogen jak i antagonistą egzystują jako saprofity. De la Cruz i in. [5] podają, że synteza litycznych enzymów przez *Trichoderma spp.*, związana z jego pasożytniczym charakterem w stosunku do *Rhizoctonia solani*, jest tłumiona w świeżych kompostach z powodu wysokiej koncentracji glukozy. Taki sam proces może mieć miejsce w przypadku produkcji antybiotyków, które również odgrywają ważną rolę w biokontroli. Stąd świeża masa kompostowa nie tylko nie ogranicza rozwoju patogenów, lecz może wręcz stanowić źródło infekcji. Z drugiej strony nadmiernie rozłożona materia organiczna, w której dominują składniki mineralne i związki humusowe, nie "podtrzymuje" aktywności mikroflory antagonistycznej, stąd zahamowanie rozwoju chorób z udziałem kompostów jest niedostateczne i mogą się one rozwijać tak samo jak w wysoko zmineralizowanych glebach [29].

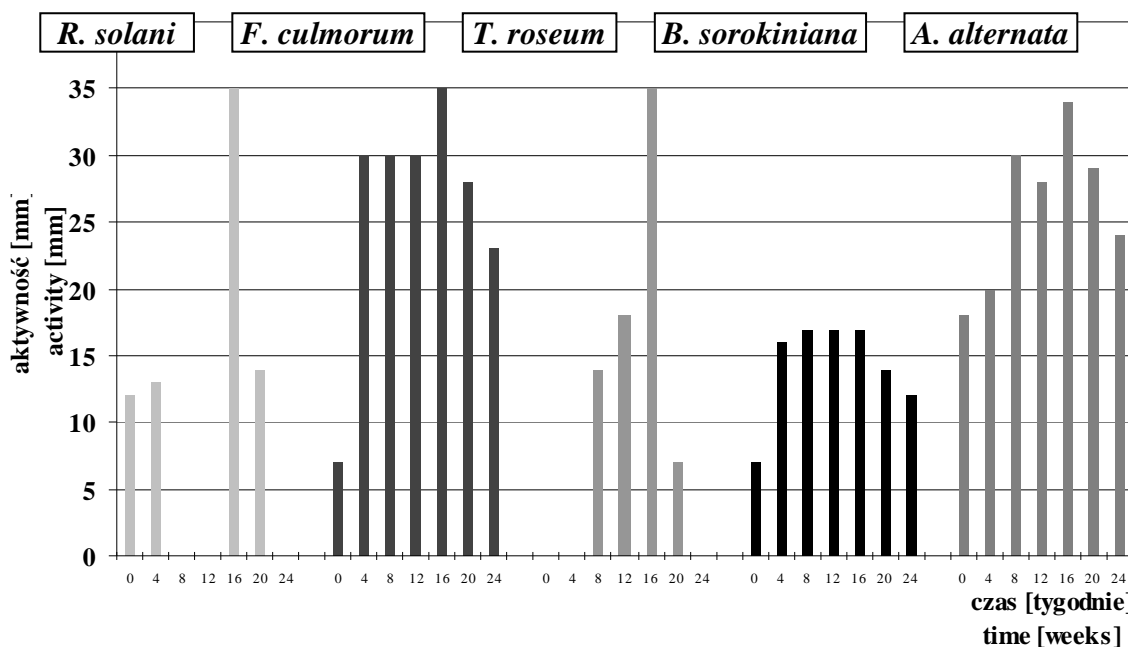
Występowanie wymienionych zależności obserwowano we wszystkich badaniach prowadzonych przez nasz zespół. Na rys. 1 przedstawiono zmiany aktywności fungistatycznej jednego z badanych kompostów w stosunku do różnych grzybów wskaźnikowych podczas 24 tygodni kompostowania. Zgodnie z oczekiwaniami aktywność kompostu zmieniła się w czasie. Podczas pierwszych czterech tygodni kompost nie hamował w ogóle lub hamował słabo wzrost grzybów wskaźnikowych na płytkach. Podczas kolejnych tygodni prowadzonego doświadczenia aktywność kompostów wzrastała i po osiągnięciu maksimum, zwykle w 16 lub 20 tygodniu kompostowania obniżała się.

#### 2.3.4. Inokulacja kompostów biologicznie aktywnym szczepem

W ostatnich latach kontrolowana inokulacja kompostów czynnikami biokontroli budzi coraz większe zainteresowanie. Podkreśla się, że przyzma kompostowa stanowi nie tylko idealną bazę pokarmową do hodowli pożytecznych mikroorganizmów, lecz jest również ich naturalnym nośnikiem [11]. Opierając się na tych przesłankach podjęto próbę intensyfikacji fungistatycznego oddziaływania kompostów poprzez ich zaszczepienie hodowlą laseczek *Bacillus coagulans*. Bakterie te zostały w izolowane z kompostów

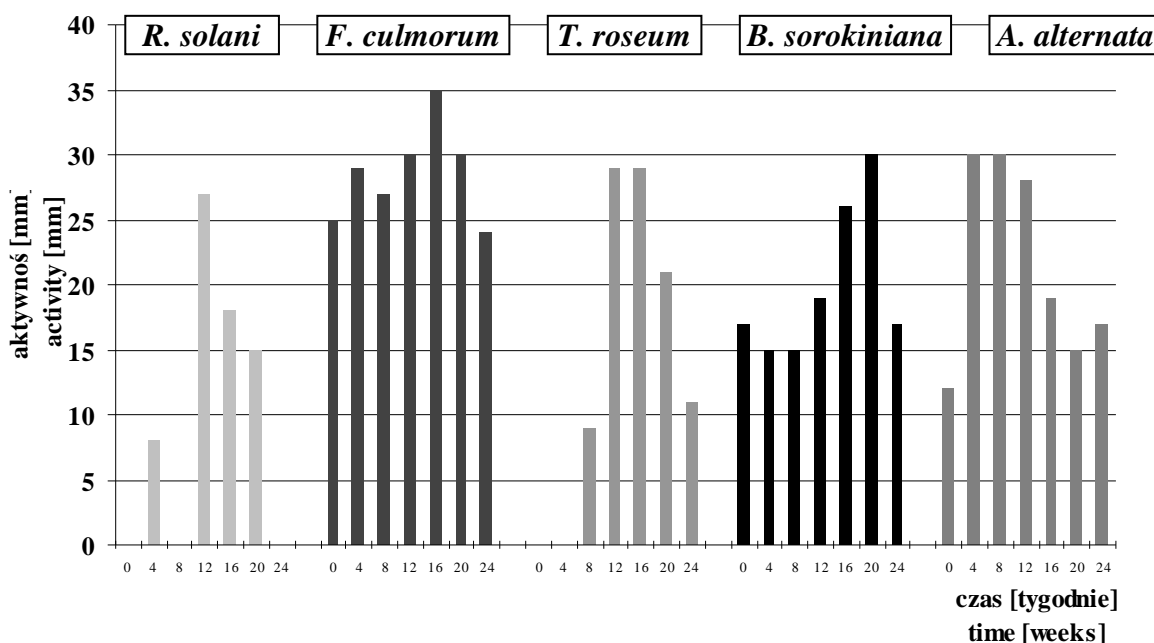
przygotowanych ze słomy łubinów gorzkich i wykazywały wysoką antagonistyczną aktywność wobec szeregu grzybowych patogenów roślin [25]. Komposty przygotowane ze słomy łubinowej odm. Mirela i kory bukowej, wzbogacone 5% dodatkiem ekstraktu łubinowego zaszczipiono hodowlą laseczek *B. coagulans* w różnych okresach procesu kompo-

stowania: jednorazowo, w momencie założenia i co dwa tygodnie począwszy od 6 tygodnia procesu kompostowania. Kontrolę stanowił kompost nie poddany zabiegowi szczepienia. Proces kompostowania prowadzono 24 tygodnie. Otrzymane wyniki przedstawiono na rys. 1-3.



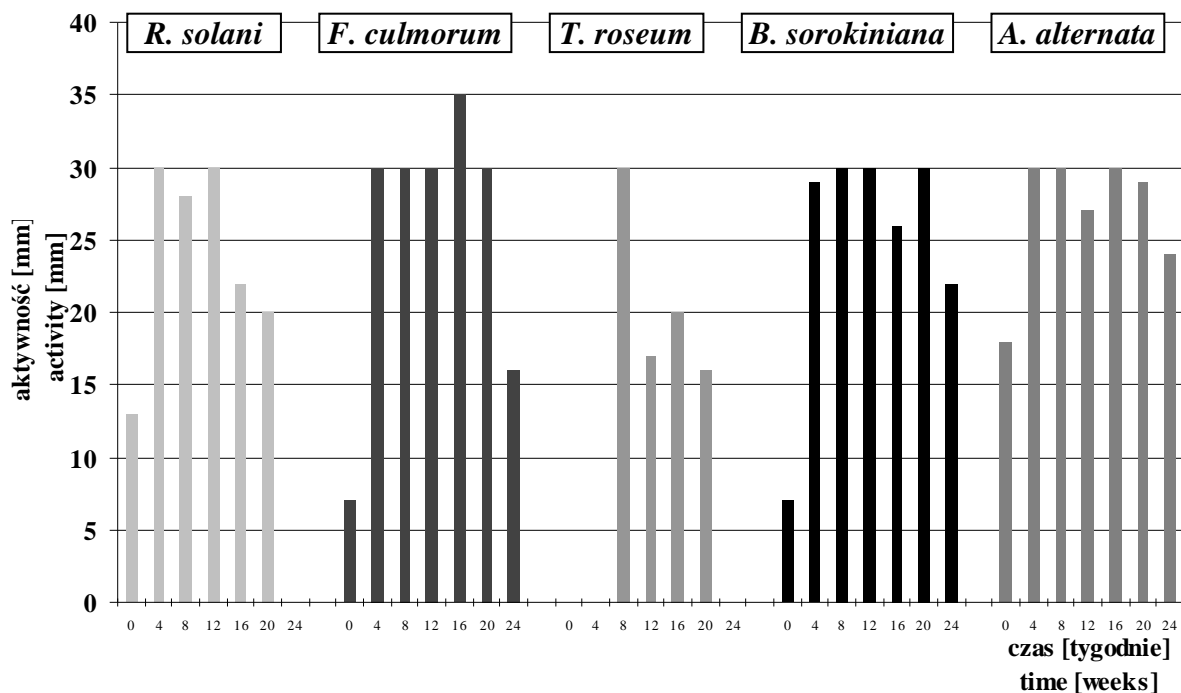
Rys. 1. Fungistatyczna aktywność kompostu przygotowanego ze słomy łubinowej odm. Mirela i kory bukowej z 5% dodatkiem ekstraktu łubinowego

Fig. 1 Fungistatic activity of compost prepared from: lupine straw cv. Mirela, beech bark and 5% addition of lupine extract



Rys. 2. Fungistatyczna aktywność kompostu przygotowanego ze słomy łubinowej odm. Mirela i kory bukowej z 5% dodatkiem ekstraktu łubinowego, szczepionego laseczkami *Bacillus coagulans* jednorazowo w momencie założenia kompostu

Fig. 2. Fungistatic activity of compost prepared from: lupine straw cv. Mirela, beech bark and 5% addition of lupine extract inoculated with *Bacillus coagulans* strain once, at the moment of compost establishment



Rys. 3. Fungistatyczna aktywność kompostu przygotowanego ze słomy łubinowej odm. Mirela i kory bukowej z 5% dodatkiem ekstraktu łubinowego szczepionego laseczkami *Bacillus coagulans* od 6 tygodnia procesu kompostowania  
 Fig. 3. Fungistatic activity of compost prepared from: lupine straw cv. Mirela, beech bark and 5% addition of lupine extract inoculated with *Bacillus coagulans* strain from the sixth week of the composting process

Podstawowym czynnikiem wpływającym na intensyfikację fungistatycznej aktywności badanych kompostów okazał się moment ich zaszczepienia hodowlą laseczek *Bacillus coagulans*. Korzystny wpływ na zahamowanie wzrostu grzybów wskaźnikowych na płytkach uzyskano szczepiąc komposty po fazie termofilnej, która miała miejsce od 2 do 5 doby procesu kompostowania. Wówczas temperatura kompostowanej masy podniosła się do 55°C. Najwyższy wzrost fungistatycznej aktywności obserwowano w przypadku szczepienia kompostu od 6 tygodnia procesu kompostowania. Świadczy to o tym, że ważnym czynnikiem wpływającym na biologiczną aktywność kompostów są zmiany temperatury w czasie procesu kompostowania. Podczas fazy termofilnej procesu kompostowania wysokie temperatury wewnątrz pryzmy powodują zmniejszenie się liczby flory patogennej, nasion chwastów i innych niepożądanych mikroorganizmów do akceptowanego poziomu. Podczas tej fazy niszczone są również pożyteczne mikroflora odpowiedzialna za biologiczne oddziaływanie kompostów [11,14]. To wyjaśnia dlaczego jednorazowe wprowadzenie laseczek *Bacillus* do kompostu w momencie jego założenia zasadniczo nie wpłynęło na fungistatyczne oddziaływanie kompostu z porównaniem z kontrolą. Według Hointinka i in. [11] zdolność do hamowania rozwoju patogenów i chorób wyzwała się podczas dojrzewania kompostu ponieważ większość czynników biokontroli zasiedla powtórnie kompost po fazie termofilnej.

Powyższe doświadczenie wskazuje, że dobrą drogą do podniesienia biologicznej aktywności kompostu jest wprowadzenie do niego drobnoustrojów uznanych za czynniki biokontroli. Jednak w tym wypadku należy mieć na uwadze moment szczepienia, gdyż wprowadzenie pożytecznych mikroorganizmów przed fazą termofilną nie przyniesie oczekiwanych rezultatów.

### 3. Podsumowanie

Wykorzystanie kompostów w biologicznej ochronie roślin ma duże perspektywy. Ich praktyczne zastosowanie może mieć wpływ nie tylko na ograniczenie stosowania pestycydów, ale na ogólną poprawę struktury, wodochłonności i urodzajności gleb. Dodatkowo wzbogacają podłoże w pożyteczne mikroorganizmy, których metabolizm związany jest z uruchomieniem mechanizmów biokontroli odpowiedzialnych za redukcję chorób wywoływanych przez fitopatogeny.

Komposty muszą posiadać odpowiednią jakość, by mogły być z sukcesem stosowane w biologicznej ochronie [12]. Zmienność cech kompostów jest jednym z podstawowych czynników ograniczających ich komercyjne użycie [11]. Przemysł kontroluje jakość kompostów między innymi poprzez utrzymanie stałych warunków przebiegu procesu kompostowania oraz przeprowadzenie testów oceniających ich stabilność (jakość). Testy te uwzględniają ocenę parametrów fizycznych, biologicznych i chemicznych (tab. 3).

Najczęściej, do monitorowania stabilności kompostu rekomendowane są trzy procedury:

1. ocena metabolicznej aktywności poprzez pomiar ilości wydzielonego CO<sub>2</sub> [7]
2. ocena oddychania poprzez pomiar ilości pobranego O<sub>2</sub> [7]
3. ocena przebiegu zmian temperatury [1].

Dodatkowo, dla dojrzałych kompostów powinien być przeprowadzony test biologiczny, który polega np. na wyznaczeniu indeksu kiełkowania gorczycy [23].

Tab. 3. Podstawowe testy do oceny stabilności (jakości) kompostów [ 23]  
 Table 3. Basic tests of compost stability (quality) evaluation [ 23]

Fizyczne <i>Physical</i>	Biologiczne <i>Biological</i>	Chemiczne <i>Chemical</i>
- temperatura/produkcja ciepła temperature/heat production - barwa/colour  - zapach/odour  - rozkład materii organicznej/ organic matter decomposition	- mikrobiologiczne/ microbiological - oddychanie (aktywność)/ respiration (activity) - parametry biochemiczne/ biochemical parameters - testy roślinne (np. indeks kiełkowania gorczycy)/ plant tests (mustard germination index)	- zawartość tlenu/ oxygen contents - zapotrzebowanie na tlen/ oxygen requirement - stosunek C/N C/N ratio - pH /pH - wymiana kationowa/ cation exchange  - objętość/volume - rodzaje azotu i innych specyficznych jonów/ type of nitrogen and other specific ions - parametry humifikacji/ humification parameters

Opierając się na powyższych parametrach można kontrolować również poziom dekompozycji materii organicznej, co jest bardzo ważne w przypadku kompostów stosowanych do kontroli chorób roślinnych. Dużym sukcesem jest opracowanie technologii kompostowania kory sosnowej, która jest stosowana jako podłoże pojemnikowe w uprawie roślin ozdobnych i skutecznie hamuje rozwój patogenów grzybowych [11].

W ostatnim czasie podjęliśmy próbę opracowania biologicznie aktywnych kompostów przygotowywanych ze słomy różnych zbóż, która ze względu na ilość - około 20 mln ton rocznie - stanowi olbrzymi problem w rolnictwie. Komposty te zostały wzbogacone dodatkiem wywaru gorzelniczego. Skład kompostów modyfikowany był również poprzez dodatek obornika i osadu ściekowego z oczyszczalni miejskich. Wszystkie przygotowane przez nas komposty wykazywały biologiczne oddziaływanie w stosunku do wielu fitopatogenów grzybowych. Jednak komposty przygotowywane w warunkach polowych charakteryzowały się znacznie wyższą aktywnością w porównaniu z kompostami laboratoryjnymi. Wynika to najprawdopodobniej z faktu, że środowisko naturalne - pole, las - jest zasobne w różnorodne gatunki mikroorganizmów identyfikowanych jako czynniki biokontroli, które mogą zasiedlić kompost po krytycznej fazie gorąca.

Wyniki tych doświadczeń jednoznacznie wskazują, że nasze przyszłe badania powinny skupić się na kompostach polowych, gdyż jedynie w trudnych warunkach środowiskowych istnieje możliwość wyselekcjonowania się skutecznych antagonistów odpowiedzialnych za biologiczne oddziaływanie kompostów.

#### 4. Literatura

- [1] Brinton W.F.Jr., Evans E., Droffner M.L., Brington R.B. [1995]: Standardized test for evaluation of compost self heating; *Biocycle*; 36(11): 64-69
- [2] Chung Y.R. i Hoitink H.A.J. [1990]: Interactions between thermophilic fungi and *Trichoderma hamatum* in suppression of *Rhizoctonia* damping-off in a bark compost-amended container medium; *Phytopath.*; 80: 73-77
- [3] Cotxarrera L., Trillas-Gay M.I., Steinberg C., Alabouvette C. [2002]: Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress *Fusarium* wilt of tomato; *Soil Biol. Biochem*; 34: 467-476
- [4] Craft C.M. i Nelson E.B. [1996]: Microbial properties of composts that suppress damping-off root rot of creeping bentgrass caused by *Pythium graminicola*; *Appl. Environ. Microbiol.*; 62(5): 1550-1557
- [5] De la Cruz J., Pintor-Toro J.A., Benitez T., Llobell A. [1995]: Purification and characterization of endo- $\beta$ -1,6-gluconase from *Trichoderma harzianum* that is related to its mycoparasitism; *J. Bacteriol*; 177: 1864-1871
- [6] De la Vega R., Gutierrez M., Sanz C., Calvo R., Robredo L., de la Cuadra C., Muzquiz M. [1996]: Bactericide-like effect of *Lupinus* alkaloids; *Indust. Crops and Prod.*; 5: 141-148
- [7] Epstein E. [1997]: *Science of composting*; Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, Pa
- [8] Gulewicz K. i Trojanowska K. [1995]: Suppressive effect of preparations obtained from bitter lupin straw against plant pathogenic fungi; *Sci. Legumes*; 2: 141-148
- [9] Hadar Y. i Gorodecki B. [1991]: Suppression of germination of sclerotia of *Sclerotium rolfisii* in compost; *Soil Biol. Biochem.*; 23: 303-306
- [10] Hardy G.E.St.J. i Sivasithamparam K. [1991]: Suppression of *Phytophthora* root rot by a composted eucalyptus bark mix; *Ausr. J. Bot.*; 39: 153-159
- [11] Hoitink H.A.J., Stone A.G., Han D.Y. [1997]: Suppression of plant diseases by composts; *Hort Sci.*; 32(2): 184-187
- [12] Inbar Y., Chen Y., Hadar Y. [1993]: Recycling of cattle manure: The composting process and characterization of maturity; *J. Environ. Qual.*; 22: 857-863
- [13] Kim K.D., Nemeč S., Musson G. [1997]: Effects of composts and soil amendments on soil microflora and *Phytophthora* root and crown rot of bell pepper; *Crop Protect.*; 16(2): 165-172

- [14] Kuter G.A. Nelson E.B., Hoitink H.A.J., Madden L.V. [1983]: Fungal populations in container media amended with composted hardwood bark suppressive and conducive to *Rhizoctonia* damping-off; *Phytopath.*; 73: 1450-1456
- [15] Malathakis N.E., Panagiotakis G., Markellou A., Marazaki M. [1993]: Effectiveness of water compost extracts against *Alternaria alternata* in cucumber; *Bull. IOBC/WPRS; Biol. Control Dis.*; 16(11): 12-15
- [16] Milewski J., Sarnecka J., Zalewska T., Łabętowicz J. [2001]: Wywar z gorzelni - wartościowy produkt uboczny czy odpad?; *Przem. Ferm. i Owoc.-Warz.*; 6: 10-11; 7: 23-25
- [17] Muzquiz M., Burbano C., Pedrosa M.M., Folkman W., Gulewicz K. [1997]: Struktura alkaloidów łubinowych i ich aktywność biologiczna; *Łubin we współczesnym rolnictwie; Mat. konf., Olsztyn-Kortowo*; 25-27.06.; 1: 229-240
- [18] Orlikowski L.B. [1995]: Wykorzystaj właściwości kory; *Hasło Ogrodnicze*; 3: 24-25
- [19] Phae C.-G., Sasaki M., Shoda M., Kubota H. [1990]: Characteristics of *Bacillus subtilis* isolated from composts suppressing phytopathogenic microorganisms; *Soil Sci. Nutr.*; 36(4): 575-586
- [20] Phae C.-G. i Shoda M. [1990]: Expression of the suppressive effect of *Bacillus subtilis* on phytopathogenes in inoculated composts; *J. Ferment. Bioengin.*; 70(6): 409-414
- [21] Pruszyński S., Podgórska B. [1994]: Poradnik ochrony roślin - Zasady bezpiecznego i skutecznego stosowania metod i środków ochrony roślin; *Praca zbiorowa pod red. S. Pruszyńskiego i B. Podgórskiej; Wyd. Inst. Ochr. Roślin, Poznań*
- [22] Sobiczewski P. [1994]: Bakterie jako czynniki biologicznej ochrony roślin; *Post. Nauk Rol.*; 6: 19-32
- [23] Switzenbaum M.S., Moss L.H., Epstein E., Pincince A.B., Donovan J.F. [1997]: Defining biosolids stability; *J. Environm. Engin.*; 123(12): 1178-1184
- [24] Trillas-Gay M.I., Hoitink H.A.J., Madden L.V. [1986]: Nature of suppression of *Fusarium* wilt of radish in a container medium amended with composted hardwood bark; *Plant Dis.*; 70: 1023-1027
- [25] Trojanowska K., Gulewicz K., Stachowiak B. [1997]: Identyfikacja szczepów bakteryjnych wyizolowanych z kompostów ze słomy łubinowej i ich aktywność fungistatyczna; *Mat. konf. "Łubin we współczesnym rolnictwie" Olsztyn - Kortowo*, 25-27.09; 257-263
- [26] Tuitert G., Szczech M., Bollen G.J. [1998]: Suppression of *Rhizoctonia solani* in potting mixtures amended with compost made from organic household waste; *Phytopath.*; 88(8): 764-773
- [27] Urban J., Tränkner A. [1993]: Control of grey mould (*Botrytis cinerea*) with fermented compost water extract; *Bull. IOBC/WPRS; Biological control of diseases*; 16(11): 8-11
- [28] Wink M. [1994]: Biological activities and potential application of lupin alkaloids; *Mat. konf. VII Int. Lupin Conf. Evora, Portugal*; str. 161-178
- [29] Workneh F., van Bruggen A.H.C., Drinkwater L.E., Sherman C. [1993]: Variables associated with a reduction in corky root and *Phytophthora* root rot of tomatoes in organic compared to conventional farms; *Phytopath.*; 83: 581-589.